

ウスメバルの年令と成長について

鈴木智之・大池一臣・池原宏二

On the Determination of the Age and Growth of *Sebastes thompsoni* (JORDAN *et* HUBBS)

TOMOYUKI SUZUKI, KAZUOMI OUCHI and KOJI IKEHARA

Abstract

The age and growth of *Sebastes thompsoni* (JORDAN *et* HUBBS) were studied with the aid of the otolith of 389 specimens collected from the coasts of Niigata Prefecture during the period from 1973 to 1974. The mark on the otolith was defined as the boundary from the outer margin of the opaque zone to the transparent one. The long axis on the otolith was used as the measuring axis (Fig. 1).

The relationship between otolith-size (R) and fork-length (L) was found to be linear and could be expressed by the following regression equation:

$$L = 49.2\hat{R} - 1.26$$

All otolith-size and mark-size should be standardized by multiplying with the factor (\hat{R}/R) derived from that equation.

The standard mark-size of each age group was obtained from each sampling data. WALFORD plot was found to be a linear regression with excellent results (Fig. 3). Therefore, these marks were formed at the same time interval. The marginal growth index $((R-r_n)/(r_n-r_{n-1}))$ changed seasonally, attaining the minimum value in August. These marks were formed during that period once a year. The spawning season of this species was the period from January to March. The first mark was formed in the next August after hatching. Thus the fork-length (L_t) at t years since being hatched was given by the following equation:

$$L_t = 331.8(1 - e^{-0.2241t - 0.1564})$$

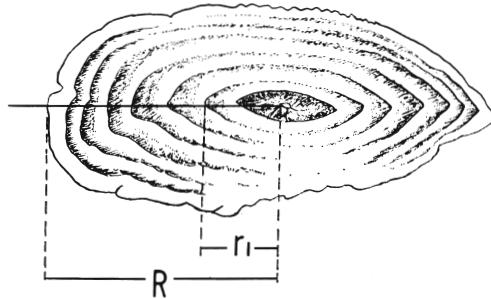
I. ま え が き

ウスメバル *Sebastes thompsoni* (JORDAN *et* HUBBS) の生物学的知見は、近年、永原・ほか(1975)、池原・ほか(1976, 1977)、大池、(1977)、大久保(1977)によつて蓄積されつつあるが、未だ生活史に関する調査研究は非常に乏しく、不明な点が多く残されている。

この調査は、ウスメバルの繁殖生態に関する基礎的知見を得ることを目的として行なわれたものであり、本報では年令と成長を調べた結果について述べる。

II. 材料と方法

材料は1973年5月から1974年5月にわたって、新潟県西部沿岸の名立・筒石沖の刺網漁獲物から採集した。採集された尾叉体長 153~325 mm, 体重 61~646 g の 389 個体から耳石を採取し、表面に付着している軟組織を除去し、水洗後、直ちにグリセリン液中に貯蔵し標本とした。グリセリン液から取り出した耳石に反射光をあて、顕微鏡を用いて観察すると、中心の不透明な核部を囲んで透明帯と不透明帯とが同心的に認められる。不透明帯から透明帯にかわる境界は明瞭で、読みとりが容易であるので、この不透明帯の最外辺を標示と規定した。測定軸を左側の耳石の外面長軸上に選定し、核部の中心から標示までの長さを標示径 (r), 後端までの長さを耳石径 (R) として計測した (第1図)。



第1図 耳石の年令標示と測定軸
 R : 耳石径, r : 標示径

Fig. 1 Age marks and measuring axis.
 R : otolith-size, r : mark-size

III. 結果と考察

1. 耳石と体長との関係

尾叉体長 153~331 mm の範囲の雌 108 個体と雄 49 個体について計測された耳石径 (R mm) と尾叉体長 (L mm) との関係調べると、両者の間には直線関係が認められ、次式が得られた。

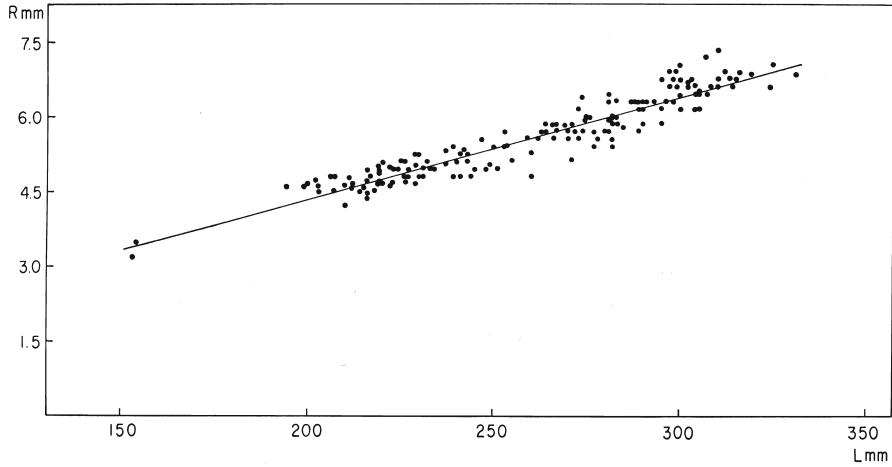
$$\text{雌: } L_f = 48.8R - 13.7$$

$$\text{雄: } L_m = 54.8R - 39.2$$

この雌雄別の直線回帰は、傾斜、位置について 5% の危険率で統計的に有意の差がないので、雌雄こみにすると次式が得られた (第2図)。

$$L = 49.2\hat{R} - 12.6 \dots \dots \dots (1)$$

この調査では、尾叉体長 150 mm 以下の個体については計測資料がないので、外挿的に同一の直線式を適合することができるという仮定のもとで、以後の検討を行なった。また、体長 (L mm) はすべて尾叉体長で表わした。

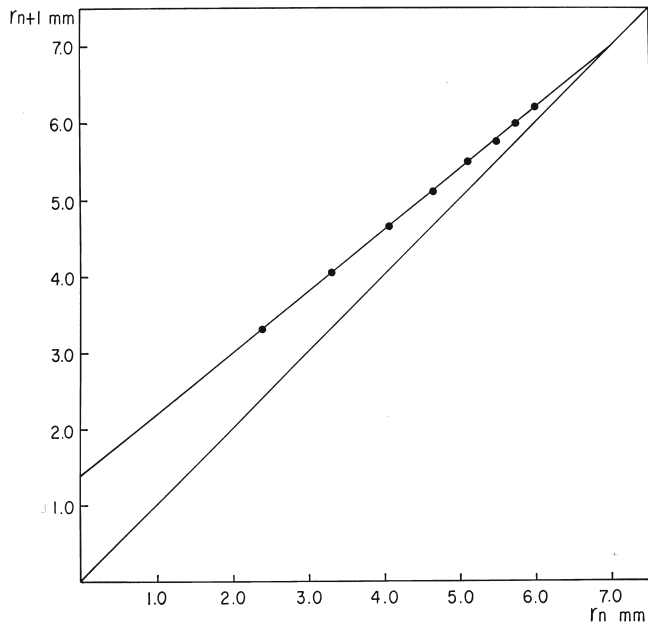


第2図 尾叉体長(L)と耳石径(R)との関係

Fig. 2 Relationship between fork-length (L) and otolith-size (R).

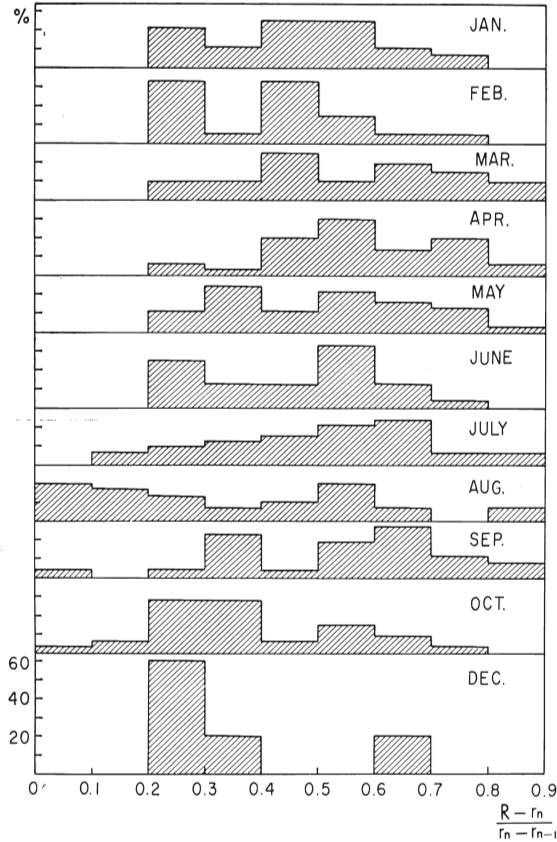
2. 標示径と標示形成時期

マサバ (岡地・ほか, 1958), キス (三尾, 1965) と同様に, ウスメバルの耳石径と標示径との間にも相似の関係があり, 耳石径の差は同じ比率で標示径に分散を生ぜしめる. そこで, 耳石径の相違によつて生じた標示径の分散を取り除くために, \hat{R}/R でもつて各標示径を標準化した. \hat{R} は(1)式の直線上の値である. 以後の検討はすべて標準化された標示径に基づいて行なつた. より正確な標準標示径を得るためには, 個体をできるだけ同質のものに区分し, それを段階的に比較検討していかなければならない (三尾, 1965). すなわち, まず季節別, 年級群別に資料を整理する必要がある. この調査では, 月別の資料がほとんど同一漁場・同一漁法



第3図 標準標示径の定差図

Fig. 3. WALFORD plot of growth in standard mark-size.



第4図 縁辺成長指数の月別変化

Fig. 4. Monthly change in frequency distribution of marginal growth index $(R - r_n / r_n - r_{n-1})$.

で、同一採集日に得られたものなので、まず月別に同じ標示数の個体をまとめて、各標示数群を代表する平均標示径を求めた(付表, 1, 2)。次に、この月別、標示数群別標示径を各標示数ごとにひとまとめにして平均値を求めると、

$$\begin{aligned}
 r_1 &= 2.39 \text{ mm}, & r_2 &= 3.31 \text{ mm}, & r_3 &= 4.05 \text{ mm}, \\
 r_4 &= 4.66 \text{ mm}, & r_5 &= 5.10 \text{ mm}, & r_6 &= 5.50 \text{ mm}, \\
 r_7 &= 5.74 \text{ mm}, & r_8 &= 5.97 \text{ mm}, & r_9 &= 6.22 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

となるので、これを標準標示径とした。

得られた標準標示径の形成過程を吟味するために、WALFORDの成長転換法によつて検討した。すなわち、縦軸に r_{n+1} を横軸に r_n をとつて各標示径を座標上に乗せると、各点は一直線によく乗り、その直線式は次式で示された(第3図)。

$$r_{n+1} = 0.798 r_n + 1.406 \dots\dots\dots(2)$$

従つて、この標示は一定週期で形成されているものと推定される。

標示の形成時期を推定するために、全個体について縁辺成長指数、 $(R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$ を求めて、0.1間隔の月別頻度分布を調べた(第4図)。縁辺成長指数の値の月別変化をみると7月頃に最高に近づき、8・9月に最低になる。従つて、11月は資料がないが、この標示の形成は8月頃を盛期として年1回行なわれるものと推定される。

縁辺成長指数の最高値は、理論的には(2)式及び後述する(3)式の傾斜、すなわち、0.798に一致すること(岡地・ほか, 1958)になるが、それよりも大きい値をとる個体も認められた。これは少数ではあるが、そのように成長のよい個体が実際に混在していたためである。しかし、一般に耳石縁辺付近に形成された直後の標示は見わけにくいために読みとり上の誤認も生じやすいので、今後の課題として別に検討することにした。

3. 標示形成時の体長と成長

耳石と体長とは一定の割合で成長し、各標示は1年に1回、8月頃に形成されることが明らかになったので、得られた標示径 $r_1, r_2 \dots r_9$ を(1)式に代入して標示形成時の体長を求めると、

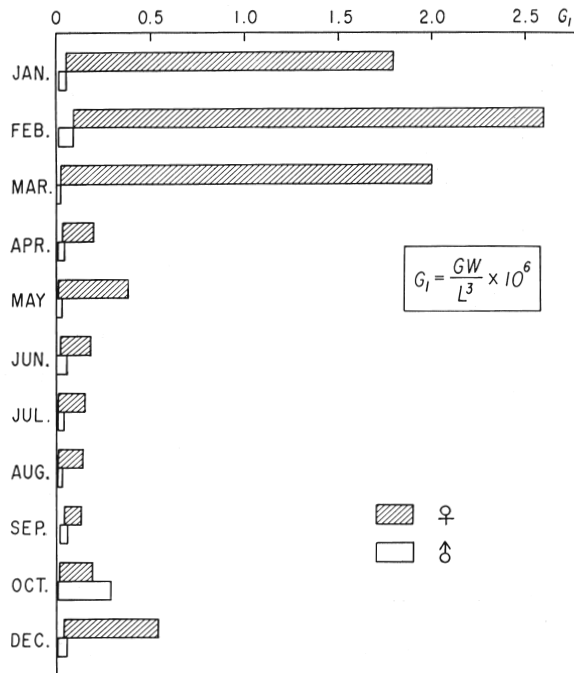
$$\begin{aligned}
 L_1 (1 \text{年}) &: 105 \text{mm}, & L_2 (2 \text{年}) &: 150 \text{mm}, & L_3 (3 \text{年}) &: 187 \text{mm}, \\
 L_4 (4 \text{年}) &: 216 \text{mm}, & L_5 (5 \text{年}) &: 238 \text{mm}, & L_6 (6 \text{年}) &: 258 \text{mm}, \\
 L_7 (7 \text{年}) &: 270 \text{mm}, & L_8 (8 \text{年}) &: 281 \text{mm}, & L_9 (9 \text{年}) &: 293 \text{mm}
 \end{aligned}$$

となる。算出された標示形成時の体長を WALFORD の成長転換法によつて吟味すると、次式で示される直線によく乗る。

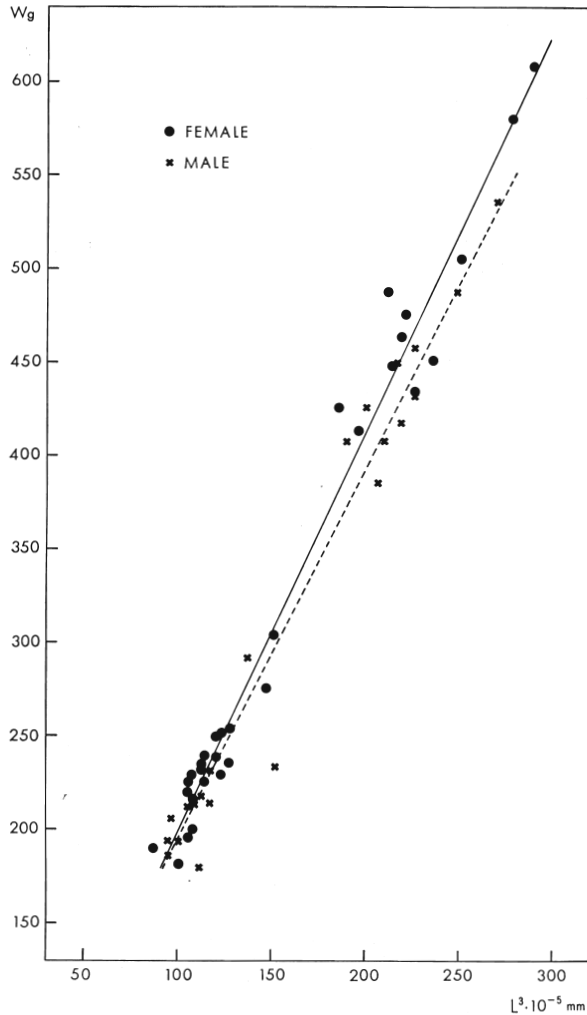
$$L_{n+1} = 0.798 L_n + 66.6 \dots \dots \dots (3)$$

従つて、ウスメバルはロジステック型曲線(YOSHIHARA, 1951)で表わされるような成長をすることが明らかである。

ウスメバルの発生時期を推定するために、生殖腺重量 GW と体長 L mm から成熟度指数 $G_I = (GW/L^3) \times 10^6$ の月別変化を調べた(第5図)。雄では10月に増大しているが、雌では12月頃から増大し始め、1月から3月まで急激に増大し、4月以降急激に減少している。この結果から、雌雄によつて成熟状態の盛期にずれがあるとしても、雌の成熟は12月頃から始まり、翌年



第5図 成熟度指数の月別変化
 Fig. 5. Monthly change in maturity index (G_I).



第6図 体重と体長の3乗値との関係
 Fig. 6. Relationship between body weight and cube of fork-length.

の2月頃を盛期として3月まで続き、3月下旬から4月初め頃に胎生仔魚が産み出されるものと推定される。これは、佐渡海峡における5月の15~25mm、7月の50~60mm 稚魚の出現（池原, 1977; 大久保, 1977）ともほぼ連繋するようである。

従つて、耳石に第1標示が形成されるのは発生した翌年の8月頃と推定され、前述の L_1 は満1年後の体長を表すことになる。 L_1 から L_9 までの値は発生満1年後から9年後までの標示形成時体長を示している。以上これまで明らかにされた知見に基づいて、満 t 年後の体長 L_t mm は、久保・吉原（1969）の方法によつて、

$$L_t = 331.8(1 - e^{-0.2241t - 0.1564}) \dots\dots\dots(4)$$

となる。また、標示形成時期8月の資料から体重 Wg と体長 L mm との関係を求めると（第6図）、体長範囲が206~307mm で雌： $W_f = 2.159L^3 \cdot 10^{-5} - 19.2$ 、雄： $W_m = 2.028L^3 \cdot 10^{-5} - 12.3$ が得られ、体長の測定値から体重を求めることができる。

なお、今後はこの体長範囲外の若令魚と高令魚についても調査を進め、雌雄・季節・年令による増重および肥満度の変化について厳密な検討を行なう必要がある。

最後に、貴重な材料の採集、測定にあたってご援助いただいた前浅海開発第3研究室谷口和也技官（現、東北区水産研究所増殖部藻類研究室）に対し心からお礼申し上げる。

本文のご校閲をいただいた小牧勇蔵浅海開発部長に対し、また印刷原図を作製していただいた長沼典子技官に対して厚く謝意を表す。

VI. 要 約

1973年5月から1974年5月にわたって、新潟近海において漁獲されたウスメバルの年令と成長について調査した。

1) 耳石には透明帯と不透明帯とが交互にあらわれているが、最も鮮明な不透明帯の外辺を標示と定めた。測定軸を耳石の長軸に選定し、耳石径と標示径を計測して年令査定を行なった。

2) 耳石径と尾叉体長との関係は直線で示され、この関係式に基づいて標示径の標準化を行なった。

3) 標準標示径をWALFORDの成長転換法によつて吟味した結果、これらの標示は一定週期に基づいて形成されていることが明らかになった。

4) 標示形成期は8月頃を盛期として、年1回と推定された。

5) 成熟度指数の月別変化から雌の成熟は2月頃を盛期として3月まで続き、3月下旬から4月初め頃に胎生仔魚が産み出されるものと推定された。従つて、第1標示が形成されるのは発生後、満1年目の8月頃と推定された。

6) 以上の知見に基づいて、発生 t 年後の標示形成時体長 L_t mmを表す成長式が求められた。

引 用 文 献

- 池原宏二・永原正信・古川厚(1976). メバル類養殖の基礎研究Ⅱ. ウスメバル稚魚の消化管内における餌料滞留時間. 日本研報告, (27): 35—40.
- 池原宏二・永原正信(1977). メバル類養殖の基礎研究Ⅲ. ウスメバルの適性餌料. 日本研報告, (28): 9—15.
- 池原宏二・(1977). 佐渡海峡水域の流れ藻に付随する魚卵, 稚魚. 日本研報告, (28): 17—28.
- 久保伊津男・吉原友吉(1969). 水産資源学, 改訂版, 482pp.
- 三尾真一(1965). キスの年令と成長. 日本研報告, (14): 1—18.
- 永原正信・池原宏二・古川厚(1975). メバル類養殖の基礎研究Ⅰ. ウスメバル稚魚の餌料蛋白消化率について. 日本研報告, (26): 27—33.
- 大池一臣(1977). ウスメバル稚魚の耐温性. 日本研報告, (28): 1—8.
- 大久保久直(1977). 重要魚種の資源と生態. 9. ウスメバルの生態. 新潟水試資料52—1. 人工礁事業調査資料編. 108—114.
- 岡地伊佐雄・辻敏・花村宣彦・竹下貞二・三尾真一・相川広秋(1958). マサバの年令と成長. 附, ゴマサバの年令と成長. 対馬暖流開発調査報告書(水産庁), (4): 20—38.
- YOSHIHARA, T. (1951). On the fitting, the summation, and an application logistic curve. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 38(2): 181—195.

付表1 月別、標示数群別の標示径 (r mm)

Appendix Table 1. Intermediate mark size (r mm) represented from the data in monthly age group.

	R	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9
May. 1973	4.84	2.39	3.44	4.07	4.79					
	5.19	2.36	3.16	3.89	4.81	4.97				
	5.81	2.54	3.43	4.16	4.81	5.22	5.58			
	6.22	2.48	3.24	3.98	4.55	5.03	5.51	5.92		
Jun. "	4.75	2.38	3.47	4.33						
	4.70	2.31	3.38	4.16	4.56					
	4.91	2.59	3.46	3.98	4.43	4.76				
	5.86	2.60	3.49	4.28	4.66	5.24	5.67			
	6.27	2.45	3.55	4.28	4.91	5.33	5.69	5.96		
	6.41	2.16	2.89	3.76	4.31	4.91	5.28	5.61	5.92	6.23
	6.49	2.02	2.70	3.46	4.09	4.60	5.00	5.41	5.68	6.08
Jul. "	4.76	2.38	3.41	4.26						
	4.83	2.42	3.38	4.17	4.73					
	5.30	2.43	3.35	4.04	4.59	5.02				
	6.01	2.18	3.04	3.97	4.63	5.15	5.62			
	6.05	2.51	3.47	4.19	4.73	5.11	5.47	5.85		
	5.86	2.26	3.26	3.92	4.45	4.78	5.19	5.44	5.71	
	6.49	2.11	3.02	3.81	4.21	4.83	5.13	5.43	5.58	5.89
Aug. "	4.72	2.45	3.44	4.21						
	4.75	2.38	3.33	4.09	4.67					
	5.44	2.48	3.32	3.87	4.65	5.22				
	6.09	2.38	3.28	4.03	4.92	5.37	5.84			
	6.29	2.21	3.28	3.96	4.63	5.15	5.66	6.05		
	6.20	2.36	3.06	3.79	4.32	4.86	5.31	5.49	6.01	
	6.50	2.24	3.22	3.82	4.31	4.76	5.12	5.47	5.73	6.04
Sep. "	5.41	2.40	3.57	4.33	5.04					
	5.63	2.34	3.35	4.00	4.66	5.19				
	5.86	2.35	3.27	3.92	4.48	5.04	5.51			
	5.97	2.24	3.16	3.93	4.39	4.82	5.26	5.67		
	6.42	1.99	2.72	3.52	4.09	4.60	5.09	5.60	6.05	
	6.55	2.14	2.94	3.42	4.01	4.28	4.81	5.35	5.75	6.28
Oct. "	3.37	2.11	3.12							
	4.77	2.21	3.14	3.98	4.58					
	5.33	2.37	3.27	4.01	4.54	5.10				
	6.20	2.39	3.31	3.89	4.73	5.53	6.03			
	6.28	2.26	3.10	3.91	4.62	5.12	5.55	5.72		
	6.36	2.10	2.76	3.46	4.14	4.72	5.23	5.71	6.11	
Dec. "	5.20	2.28	3.40	4.27	4.91					
	5.16	2.56	3.29	4.11	4.63	4.95				

付表2 月別、標示数群別の標示径 (r mm)
Appendix Table 2. Intermediate mark size (r mm) represented
 from the data in monthly age group.

	R	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9
Jan. 1974	4.91	2.20	3.29	4.06	4.64					
	5.84	2.58	3.45	4.11	4.81	5.35				
	5.76	2.52	3.26	3.93	4.58	5.04	5.46			
Feb. "	5.38	2.48	3.57	4.45	5.14					
	5.73	2.54	3.46	4.34	4.94	5.44				
	5.80	2.40	3.31	4.01	4.69	5.34	5.71			
Mar. "	4.82	2.38	3.54	4.20						
	4.96	2.35	3.25	4.05	4.65					
	5.32	2.49	3.36	4.11	4.70	5.08				
	5.60	2.49	3.08	3.66	4.41	4.98	5.29			
Apr. "	5.48	2.50	3.54	4.19	4.97					
	5.75	2.48	3.30	4.03	4.80	5.30				
	5.91	2.61	3.26	3.96	4.65	5.11	5.58			
	6.04	2.24	3.12	3.79	4.39	4.83	5.34	5.63		
May. "	5.70	2.77	3.80	4.71	5.36					
	6.35	2.76	3.92	4.93	5.59	6.10				
	6.84	2.81	3.90	4.74	5.48	6.07	6.55			
	7.11	2.57	3.54	4.28	4.99	5.67	6.21	6.72		
	7.12	2.50	3.46	4.15	4.70	5.21	5.63	6.01	6.69	
	7.08	2.71	3.54	4.13	4.42	5.01	5.68	6.05	6.49	6.79